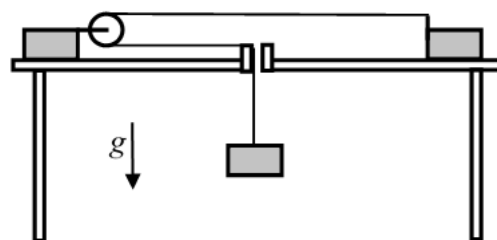


Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

1. Три груза

Два тела одинаковой массы находятся на гладком горизонтальном столе. Идеальная нить закреплена на правом теле, пропущена через невесомый блок, прикрепленный к левому телу, и опущена в отверстие в столешнице. К свисающему концу нити подвешено третье тело той же массы, что и лежащие на столе. Чему будут равны ускорения тел, если систему отпустить? Ускорение свободного падения равно g .



Возможное решение:

Если натяжение нити T , то для третьего тела $T = ma_1$, для второго $2T = ma_2$, для первого $mg - T = ma_3$.

Кинематическая связь $a_1 + 2a_2 = a_3$.

Ответ: $a_3 = \frac{5g}{6}$, $a_2 = \frac{g}{3}$, $a_1 = \frac{g}{6}$

Критерии оценивания:

	этапы решения	соотношения	балл
1	Расставлены силы	рисунок	1
2	Записан второй закон Ньютона для каждого из тел	$mg - T = ma_3$ $2T = ma_2$ $T = ma_1$	3
3	Правильно записана кинематическая связь (с учетом направлений движения каждого из тел)	$a_1 + 2a_2 = a_3$	3
4	Найдены ускорения тел (по одному баллу за каждое)	$a_3 = \frac{5g}{6}$, $a_2 = \frac{g}{3}$, $a_1 = \frac{g}{6}$	3
		Итого:	10

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

2. Шарик в коробке

Закрытый прямоугольный ящик высотой h стоит на горизонтальной поверхности. Шарик прыгает вертикально внутри ящика, причем все столкновения шарика со стенками ящика являются упругими. Промежуток времени между двумя последовательными ударами шарика о дно ящика равен t . Найти отношение средних сил, с которыми шарик действует на крышку ящика и его дно. Ускорение свободного падения g . Импульсом силы тяжести при ударах можно пренебречь.

Возможное решение:

Отношение сил равно отношению изменений импульса при ударе о верхнюю и нижнюю стенки, то есть отношению скоростей $\frac{F_1}{F_2} = \frac{2mv_1}{2mv_2} = \frac{v_1}{v_2}$ (3 балла).

Время полета шарика от дна до крышки равно $\frac{t}{2}$ (1 балл)

Запишем уравнения для скорости и перемещения по вертикали:

$$\begin{cases} h = \frac{v_2 t}{2} - \frac{g(\frac{t}{2})^2}{2} \\ v_1 = v_2 - g \frac{t}{2} \end{cases}, \text{ тогда (или сразу)} \begin{cases} h = \frac{(v_2 + v_1) \cdot \frac{t}{2}}{2} \\ v_2 - v_1 = g \frac{t}{2} \end{cases} \quad (4 \text{ балла})$$

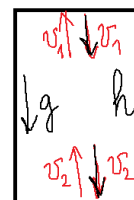
Откуда получаем скорости

$$v_1 = \frac{2h}{g} - g \frac{t}{4} \text{ и } v_2 = \frac{2h}{g} + g \frac{t}{4} \quad (2 \text{ балла}).$$

Найдем отношение сил:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{8h - gt^2}{8h + gt^2} \quad (1 \text{ балл}), \text{ при } t \leq \sqrt{\frac{8h}{g}}, \text{ иначе } \frac{F_1}{F_2} = 0 \quad (1 \text{ балл})$$

Ответ: $\frac{F_1}{F_2} = \frac{8h - gt^2}{8h + gt^2}$ при $t \leq \sqrt{\frac{8h}{g}}$, иначе $\frac{F_1}{F_2} = 0$



<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>10</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

Критерии оценивания:

		баллы
1.	Отношение сил равно отношению изменений импульса при ударе о верхнюю и нижнюю стенки	1
2.	Изменение импульса при ударе равно $2mv$	1
3.	Получено $\frac{F_1}{F_2} = \frac{v_1}{v_2}$	1
4.	Записано уравнение для перемещение по вертикали	1
5.	Записано уравнение для скоростей по вертикали	1
6.	Найдена скорости $v_1 = \frac{2h}{g} - g\frac{t}{4}$ и $v_2 = \frac{2h}{g} + g\frac{t}{4}$	2
7.	Найдено отношение сил $\frac{F_1}{F_2} = \frac{8h - gt^2}{8h + gt^2}$	1
8.	Найдено условие на время (или h) $t \leq \sqrt{\frac{8h}{g}}$,	1
9.	$t \geq \sqrt{\frac{8h}{g}}, \frac{F_1}{F_2} = 0$ (шарик не долетает до крышки)	1
	Итого:	10

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

3. Столкновение в воздухе

Два тела бросили одновременно с поверхности земли, одно вертикально вверх, другое под неизвестным углом к горизонту. Точки броска находились на расстоянии L друг от друга. Начальная скорость тела, брошенного вертикально вверх, составляла V , скорость второго была в два раза больше. Тела столкнулись в воздухе. Найдите, через какое время от момента запуска и на какой высоте это произошло? Под каким углом было запущено второе тело? Ускорение свободного падения g . Сопротивлением воздуха пренебречь.

Возможное решение:

Введем ось y , вертикально вверх, ось x горизонтально, начало отсчета в месте запуска тела брошенного под углом.

Запишем координаты тел: $y_1 = 2vt \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$; $x = 2vt \cos \alpha$, $y_2 = vt - \frac{gt^2}{2}$; $x = L$.

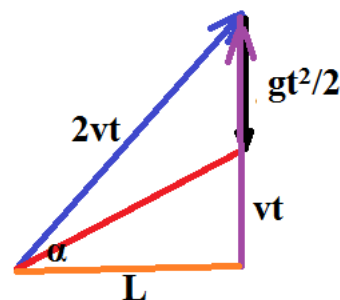
Приравняем соответствующие координаты: $2vt \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = vt - \frac{gt^2}{2}$

Откуда получим $\sin \alpha = 1/2$, т.е. угол $\alpha = 30^\circ$. Тогда из $2vt \cos \alpha = L$ найдем время $t = \frac{L}{2v \cos \alpha} = \frac{L}{v\sqrt{3}}$ и высоту $h = vt - \frac{gt^2}{2} = \frac{L}{\sqrt{3}} - \frac{gL^2}{6v^2}$. Запишем условие на то, что столкновение произошло в воздухе $\frac{L}{\sqrt{3}} - \frac{gL^2}{6v^2} > 0$, т.е. $L < \frac{2\sqrt{3}v^2}{g}$ или $v^2 > \frac{gL}{2\sqrt{3}}$.

Примечание. Задача может быть решена векторно: рисуется векторный треугольник $\vec{s} = 2\vec{v}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$, и $\vec{h} = \vec{v}t + \frac{\vec{g}t^2}{2}$ где сразу определяется угол $\sin \alpha = 1/2$; $\alpha = 30^\circ$ (катет против угла 30° равен половине гипотенузы).

Далее $t = \frac{L}{2v \cos \alpha} = \frac{L}{v\sqrt{3}}$ и $h = vt - \frac{gt^2}{2} = \frac{L}{\sqrt{3}} - \frac{gL^2}{6v^2}$ из геометрии.

(В этом случае автоматически засчитываются пункты 1,2,3 в разбалловке при правильном рисунке.)



<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>10</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

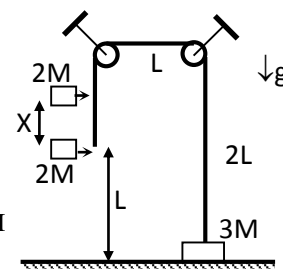
Критерии оценивания:

	<i>этапы решения</i>	<i>соотношения</i>	<i>балл</i>
1	Записаны координаты тела, брошенного под углом	$y_1 = 2vt \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}; x = 2vt \cos \alpha$	2
2	Записаны координаты тела, брошенного вверх	$y_2 = vt - \frac{gt^2}{2}; x = L$	2
3	При встрече координаты равны	$2vt \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} = vt - \frac{gt^2}{2}; 2vt \cos \alpha = L$	1
4	Найден угол (любая тригонометрическая функция угла) + сам угол	$\sin \alpha = 1/2; \alpha = 30^\circ$	2
5	Найдено время	$t = \frac{L}{2v \cos \alpha} = \frac{L}{v\sqrt{3}}$	1
6	Найдена высота	$h = vt - \frac{gt^2}{2} = \frac{L}{\sqrt{3}} - \frac{gL^2}{6v^2}$	1
7	Выписано условие на $h > 0$	$\frac{L}{\sqrt{3}} - \frac{gL^2}{6v^2} > 0$, т.е. $L < \frac{2\sqrt{3}v^2}{g}$ или $v^2 > \frac{gL}{2\sqrt{3}}$	1
		Итого:	10

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00

4. Упругий шнур

Через два маленьких блока перекинут невесомый однородный резиновый шнур длиной $4L$. К одному концу шнура прикреплен груз с массой $3M$, который лежит на полу. К другому концу, а также выше него на расстоянии $X < L$ к шнуру прикрепляют одинаковые грузы с массами $2M$ и медленно их отпускают. При каком значении жесткости шнура k груз с массой $3M$ будет касаться пола и в новом положении равновесия? Размерами грузов пренебречь.



Возможное решение:

Груз $3M$ будет касаться пола, если натяжение шнура будет меньше $3Mg$ (+0.5б). Это возможно, только если нижний груз слева (по рисунку) будет лежать на полу (+0.5б). Подвешиваемые грузы делят шнур на два более коротких отрезка, с жесткостями $4kL/X$ (+1б) и $4kL/(4L-X)$ (+1б). Для последовательно соединенных пружин складываются $1/k$, или проще, пружина в n раз большей длины имеет в n раз меньшую жесткость.

В граничном случае растяжение более длинной правой части шнура составит $L_1 = 3Mg(4L-X)/(4kL)$ (+1б), более короткий шнур между подвешиваемыми грузами будет иметь натяжение Mg (+1б) и растяжение $L_2 = MgX/4kL$ (+1б).

Из условия $L_1 + L_2 = L$ (+1б) следует, что в такой ситуации $k = \frac{6L-X}{2L^2}Mg$ (+2 балла за граничное значение). Значит, груз с массой $3M$ останется лежать на полу при жесткостях, отвечающих условию $k < \frac{6L-X}{2L^2}Mg$ (+1 балл за явно сформулированное утверждение)

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>10</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

Критерии оценивания:

	<i>этапы решения</i>	<i>соотношения</i>	<i>балл</i>
1	Условие касания пола груза 3М	$T < 3Mg$	0,5
2	При этом нижний груз слева (по рисунку) на полу	Можно рисунком	0,5
3	Найдены жесткости соответствующих участков	$4kL/X$ и $4kL/(4L-X)$	2
4	Растяжение более длинной правой части шнура в граничном случае	$L_1 = 3Mg(4L-X)/(4kL)$	1
5	натяжение более короткого шнура между подвешиваемыми грузами из условия равновесия среднего груза	$T_2 = 3Mg - 2Mg = Mg$	1
6	Растяжение нижнего груза	$L_2 = MgX/4kL$	1
7	Суммарное растяжение	$L_1 + L_2 = L$	1
8	Найдено k	$k = \frac{6L-X}{2L^2} Mg$	2
9	Сделан вывод, при каких значениях груз 3М останется лежать на полу	$k < \frac{6L-X}{2L^2} Mg$	1
		Итого:	10

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>10</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

5. ВАХ светодиода

Ну уроке физики Иван и Александр узнали, что полупроводниковые диоды имеют одностороннюю проводимость, причём у каждого типа диодов определённое напряжение открытия – это пороговое значение, при превышении которого диод начинает проводить электрический ток. Светодиоды при прямом включении ещё и светятся.

Чтобы лучше изучить светодиод модели АЛ307, ребята подключили его с учётом полярности вместе с токоограничивающим резистором к регулируемому источнику. Меняя напряжение источника, юные физики фиксировали силу тока в цепи.



<i>U, В</i>	<i>0,5</i>	<i>1,0</i>	<i>1,5</i>	<i>2,0</i>	<i>2,5</i>	<i>3,0</i>	<i>3,5</i>	<i>4,0</i>	<i>4,5</i>	<i>5,0</i>	<i>5,5</i>	<i>6,0</i>
<i>I, mA</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0,1</i>	<i>6,6</i>	<i>15,2</i>	<i>23,9</i>	<i>32,9</i>	<i>42,1</i>	<i>51,2</i>	<i>60,2</i>	<i>69,6</i>	<i>79,2</i>

Построив вольт-амперную характеристику, ребята увидели сомнительный участок и сняли в этом интервале дополнительные значения.

<i>U, В</i>	<i>1,6</i>	<i>1,7</i>	<i>1,8</i>	<i>1,9</i>
<i>I, mA</i>	<i>0,8</i>	<i>1,9</i>	<i>3,4</i>	<i>4,9</i>

Используя экспериментальные данные, необходимо: 1) построить график зависимости силы тока в цепи от напряжения; 2) по графику определить сопротивление токоограничивающего резистора; 3) на этом же графике построить вольтамперную характеристику светодиода.

<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>10</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

Примерное решение и критерии оценивания

1) Построен график зависимости $I(U)$

5 баллов

- *верно подписаны и оцифрованы оси* *1 балл*
- *подходящий масштаб (не менее 50%)* *1 балл*
- *нанесены ВСЕ точки из таблицы* *1 балл*
- *верно проведена линия графика, имеющая **прямой** участок (голубой цвет)* *2 балла*

2) С помощью графика определён угловой коэффициент прямой, из которой определено сопротивление токоограничивающего резистора

3 балла

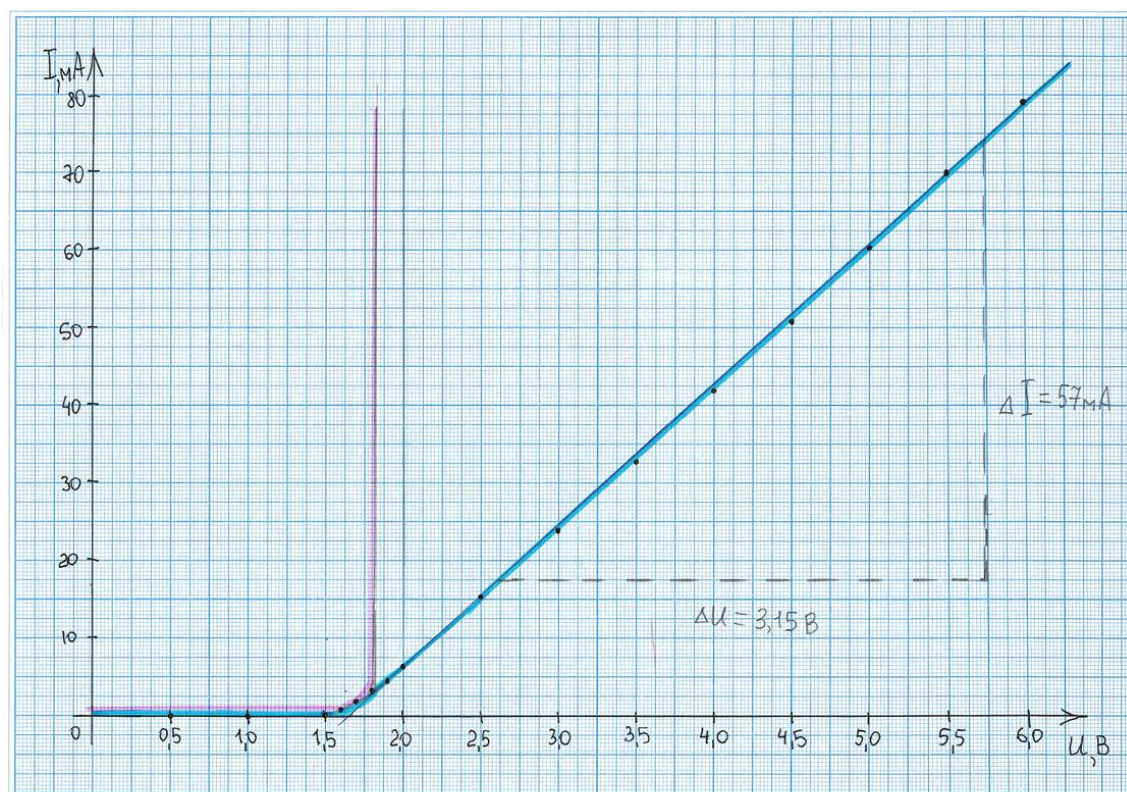
- *из графика найдено $R = \frac{\Delta U}{\Delta I} \approx \frac{3,15\text{В}}{0,057\text{А}} \approx 55 \text{ Ом}$*
- *за верный метод и адекватный выбор значений для расчёта численного значения, т.е. достаточно большой треугольник показан на графике* *2 балла*
(если маленький треугольник, то 0,5 балла; если совсем нет пометки на графике, то 0 баллов)
- *численное значение в пределах 54 – 56 Ом* *1 балл*
(если в пределах 53 – 57 Ом, то 0,5 балла)

3) Построен график, соответствующий вольт-амперной характеристике светодиода с вертикальным участком в районе 1,75 В. (1,5 – 1,8 В)

2 балла

- *рассказано как получить ВАХ диода вычитанием ВАХов* *1 балл*
- *есть вертикальный участок в районе 1,75 В.* *1 балл*
Напряжение открытия составляет примерно (1,5 – 1,8 В) .

Предмет	Класс	Дата	Время начала	Время окончания
физика	10	10.11.2025	10.00	13.00



<i>Предмет</i>	<i>Класс</i>	<i>Дата</i>	<i>Время начала</i>	<i>Время окончания</i>
<i>физика</i>	<i>10</i>	<i>10.11.2025</i>	<i>10.00</i>	<i>13.00</i>

Рекомендации для жюри

Каждая задача оценивается из 10 баллов. Участники олимпиады могут предложить полные и верные решения задач, отличные от приведённых в ключе. За это они должны получить полный балл. Частичное решение или решение с ошибками оценивается, ориентируясь на этапы решения, приведённые в разбалловке. При этом верные выводы из ошибочных допущений не добавляют баллов. Если какой-то этап решения не полный, или частично правильный, то он оценивается частью баллов за этап. Если в решении участника олимпиады предложенные этапы объединены как один, то оценка проводится из суммарного балла. **Наличие лишь ответа без решения не оценивается.** При наличии у участника двух решений без указания, какое он считает верным, оценка проводится по худшему. Для удобства работы жюри решения и критерии оценки для каждой задачи приведены на отдельной странице и при необходимости снабжены комментарием. К некоторым задачам может приводиться два варианта решения. Следует держаться духа и буквы предлагаемой разбалловки, чтобы обеспечить сопоставимость проверки на разных площадках проведения.

С вопросами по критериям оценок можно обратиться или по электронной почте masha.yuldasheva@mail.ru или по телефону 8-913-940-45-06 к председателю предметно-методической комиссии олимпиады Юлдашевой Марии Рашидовне.